VENTILAZIONE POLMONARE MECCANICA INTERAZIONI EMODINAMICHE

Università degli Studi di Verona
Istituto di Anestesiologia e Terapia Intensiva
Direttore Prof. Enrico Polati

Dr. Alvise Martini

Ventilazione meccanica

- Principi e tecniche
- Modalità ventilatorie
- Interazioni emodinamiche
- Ripercussioni cliniche

VENTILAZIONE MECCANICA

- Terapia di supporto che sostituisce la funzione dei muscoli respiratori, garantendo la Ventilazione polmonare.
- In questo modo vengono preservate l'Ossigenazione, l'equilibrio acido-base e l'omeostasi dell'anidride Carbonica.

VENTILAZIONE MECCANICA

- La ventilazione meccanica è un processo che si basa sulla presenza di due attori principali e di un tramite.

Ventilatore Polmonare

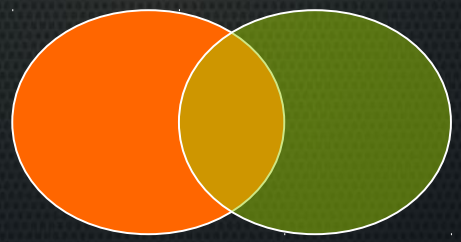
Tramite
(????)

Paziente

TIPO DI VENTILAZIONE

INVASIVA

NON INVASIVA



MODALITA' VENTILATORIE
(VC,PC,PSV,etc.)

TRAMITE

INVASIVI

- TUBO ENDOTRACHEALE
- LMA
- TUBO LARINGEO
- FAST-TRACK

NON INVASIVI

MASCHERA FACCIALE

CASCO NIV

(MASCHERA NASALE)

CASCO CPAP

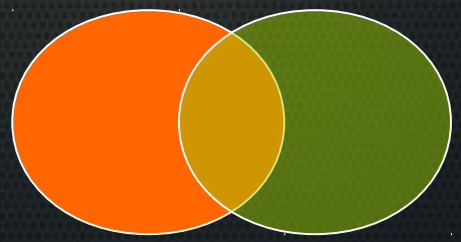
SCELTA

- Necessità cliniche (necessità di particolari modalità ventilatorie)
- Condizioni cliniche (vigilanza, stabilità emodinamica, affaticamento, collaborazione)

TIPO DI VENTILAZIONE

INVASIVA

NON INVASIVA



MODALITA' VENTILATORIE
(VC,PC,PSV,etc.)

VENTILAZIONE INVASIVA VS Non InVasiva (NIV)

- Il tramite connette fisicamente la macchina al paziente.
- Ventilazione INVASIVA: es tubo endotracheale
- Ventilazione NON INVASIVA: casco NIV o casco CPAP

IL TUBO ENDOTRACHEALE (INVASIVA)

CONTRO

- Gestione delle vie aeree.
- Il mantenimento del tubo tracheale predispone allo svilupppo di polmonite da ventilatore (VAP)
- Sinusiti quando naso-tracheale

PRO

- Protegge le vie aeree
- Permette modalità ventilatorie a più elevate pressioni rispetto al casco
- Permette il trattamento di forme di insufficienza respiratoria molto più gravi
- Permette di ventilare indipendentemente dallo stato neurologico del paziente

CASCO NIV (NON INVASIVA)

- Il casco per ventilazione non invasiva, anche nella versione cpap viene messo attorno al paziente e crea un microambiente con concentrazioni di ossigeno e pressioni variabili e regolabili

VENTILAZIONE CON CASCO

O_2 21%

Pressione atmosferica

Gas di scarico al respiratore

Miscela d'aria dal respiratore

IL CASCO NIV

PRO

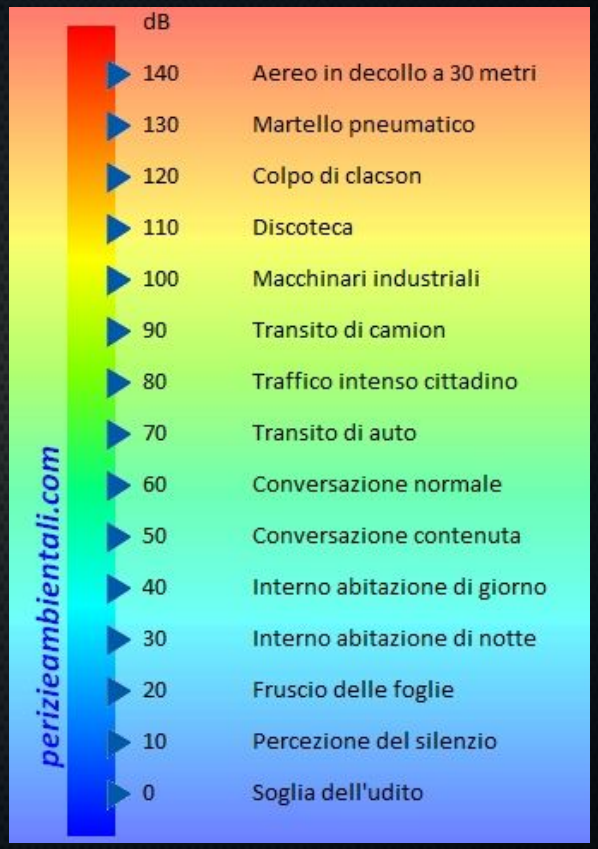
- Permette di evitare la VAP
- È meglio tollerata dai pazienti
- Svezzamento più agevole e graduale
- Possono mangiare e parlare

CONTRO

- Non protegge le vie aeree
- Tenuta non perfetta
- Modalità ventilatorie limitate
- Non fa fronte ai casi più severi
- Necessita di buono stato di coscienza
- Sedazione possibile ma limitata
- Rumore

CASCO NIV – PROBLEMI

- -RUMORE : Il rumore all'interno eccede i 100 dB, questo aumenta l'incidenza di delirio.



IL CASCO NIV

PRO

- Permette di evitare la VAP
- È meglio tollerata dai pazienti
- Svezzamento più agevole e graduale
- Possono mangiare e parlare

CONTRO

Non protegge le vie aeree

Tenuta non perfetta

Modalità ventilatorie limitate

Non fa fronte ai casi più severi

Necessita di buono stato di coscienza

Sedazione possibile ma limitata

Rumore

Rebreathing

CASCO NIV – PROBLEMI

- -Co2 rebreathing
  - Parzialmente superato dall'utilizzo del casco NIV rispetto a CPAP (è più facile aumentare la ventilazione alveolare con la NIV)

IL CASCO NIV

PRO

- Permette di evitare la VAP
- È meglio tollerata dai pazienti
- Svezzamento più agevole e graduale
- Possono mangiare e parlare

CONTRO

Non protegge le vie aeree

Tenuta non perfetta

Modalità ventilatorie limitate

Non fa fronte ai casi più severi

Necessita di buono stato di coscienza

Sedazione possibile ma limitata

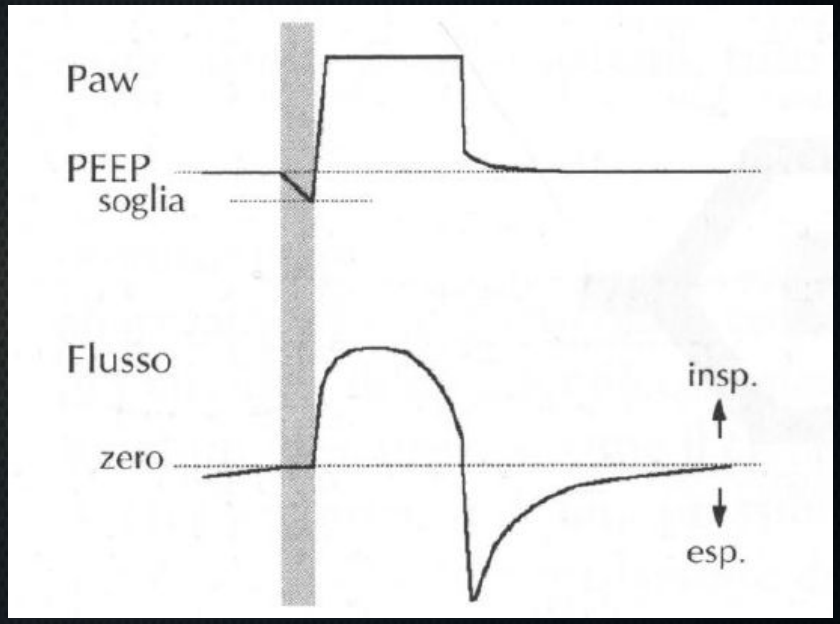
Rumore

Rebreathing

Sincronizzazione (trigger)

CASCO NIV – PROBLEMI

- SINCRONIZZAZIONE (TRIGGER) :
- In alcune modalità ventilatorie l'attività spontanea del paziente guida quella del respiratore.
- Perchè il sistema funzioni bene è necessario che lo stimolo (trigger) sia avvertito distintamente e la risposta del respiratore sia pronta
- il grande volume comprimibile del casco può far si che il trigger sia mal sincronizzato soprattutto quando la frequenza respiratoria è elevata (>15/min)



VENTILAZIONE MECCANICA

- La ventilazione meccanica è un processo che si basa sulla presenza di due attori principali e di un tramite.

Ventilatore Polmonare

Tramite
(????)

Paziente

VENTILATORE POLMONARE

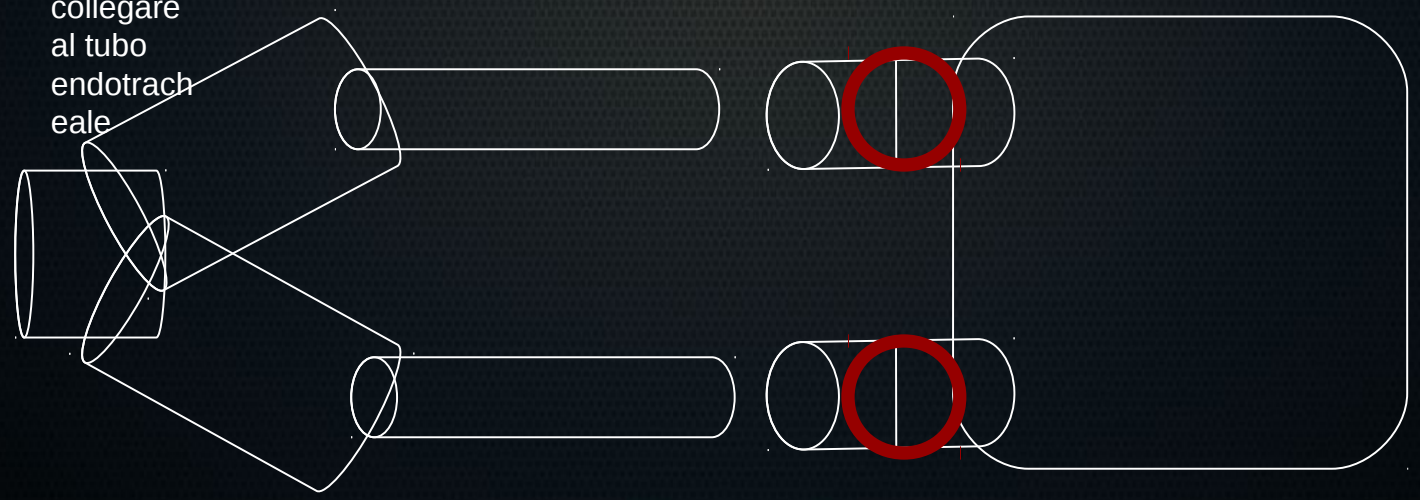
- Il “respiratore” è sostanzialmente un compressore che ritmicamente soffia fuori aria.
- Quest’aria viene convogliata attraverso un circuito flessibile ma non elastico che si connette al tubo endotracheale ad incastro verso i polmoni del paziente.

VENTILATORE

Tubi corrugati flessibili e riscaldati

Due valvole

Raccordo Y per collegare al tubo endotracheale

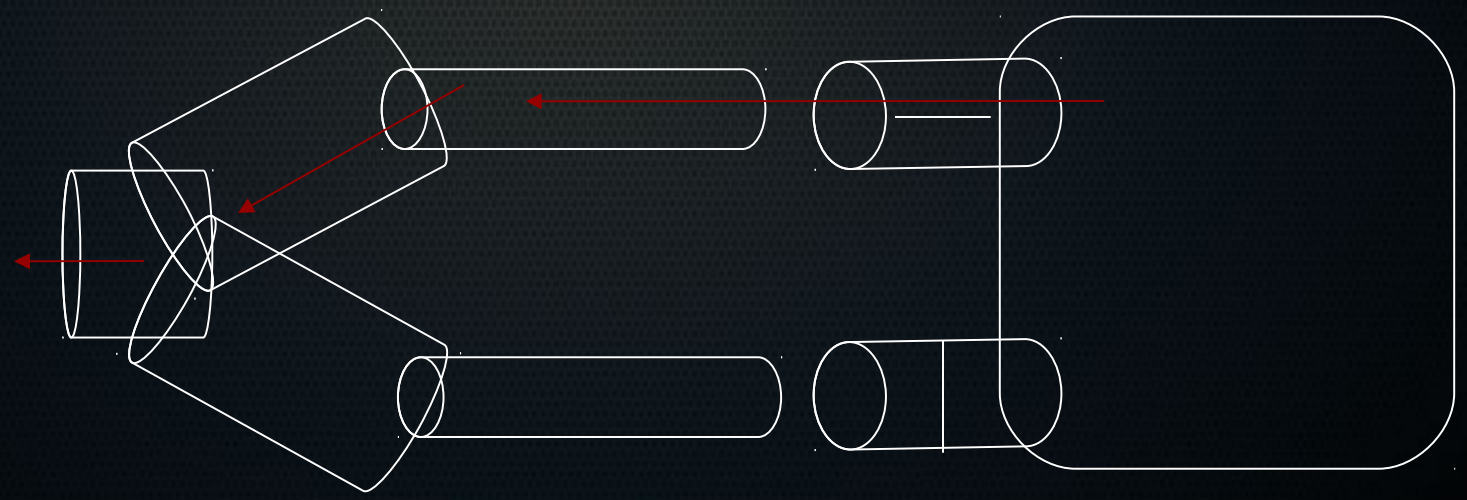


pz

VENTILATORE

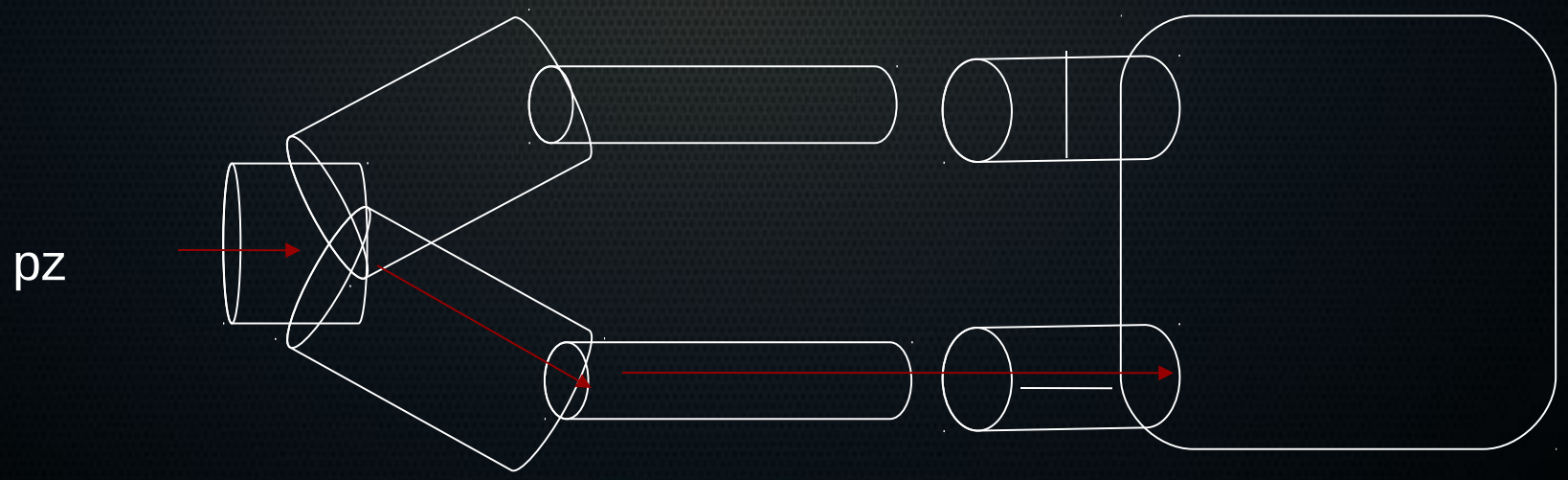
Il ventilatore soffia aria. Si apre la valvola che va al pz e l’aria arriva alle vie aeree

pz



VENTILATORE

La valvola di ingresso si chiude e e poco dopo si apre quella di uscita, il paziente espira, il ventilatore misura l’aria espirata e la re-immette nell’ambiente



PARAMETRI DEL VENTILATORE

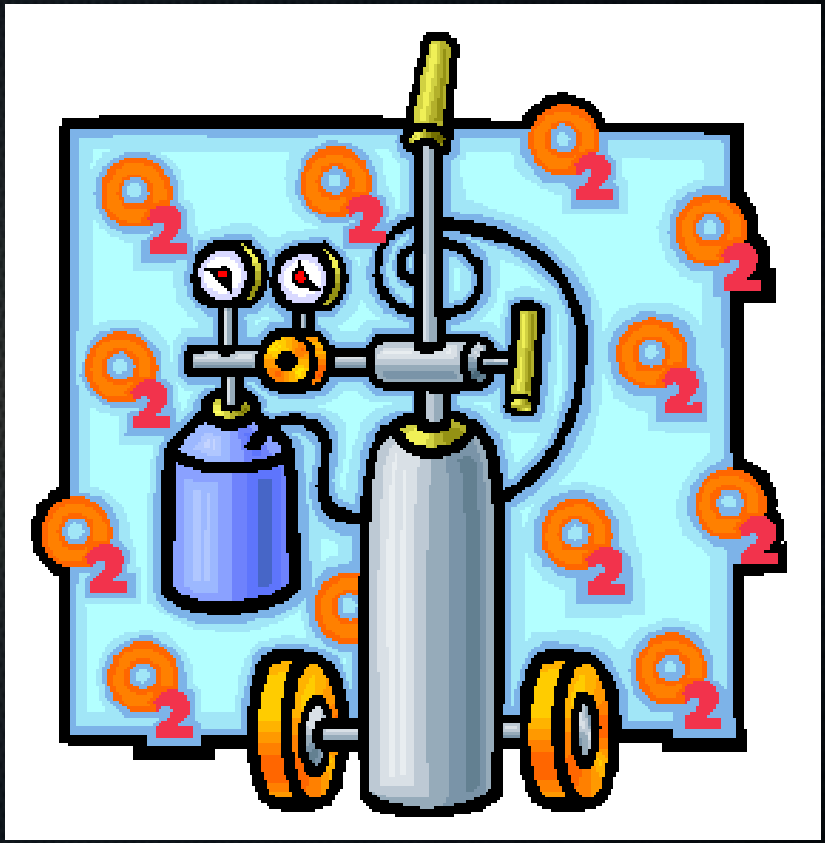
FRAZIONE DI OSSIGENO INSPIRATO

FiO2

- Somministrazione di Ossigeno:
  - Sondino NF : 3% x ogni litro di O2
    - Buona fino a 3l/min
  - Maschera “Venturi”
    - No rebreathing, per FiO2 basse
  - Maschera con reservoire: frazioni di ossigeno elevate
    - Non buona sotto i 3l/min

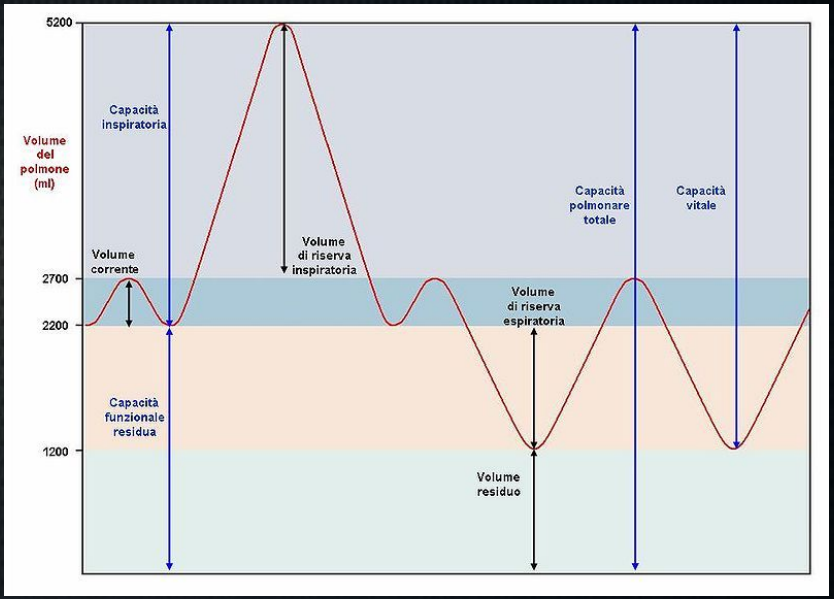
FiO2

- Non ci sono evidenze che sia tossico sotto al 60%.
- In caso di instabilità partire con 100% fino ad avere una PaO2 di 60mmHg o SpO2 del 90%
- In ogni caso valori superiori sono meno dannosi di elevate pressioni polmonari



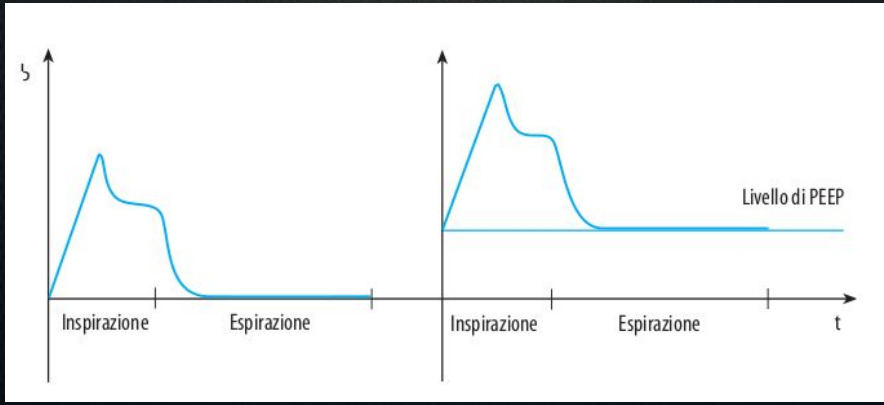
Volume minuto

- Volume Tidal x frequenza respiratoria
- Si può giocare sui fattori per modificare il prodotto dei due (considerando però lo spazio morto)
- Determinante per il mantenimento della pCO2.
- L'ipercapnia (se non è iperacuta) non uccide!

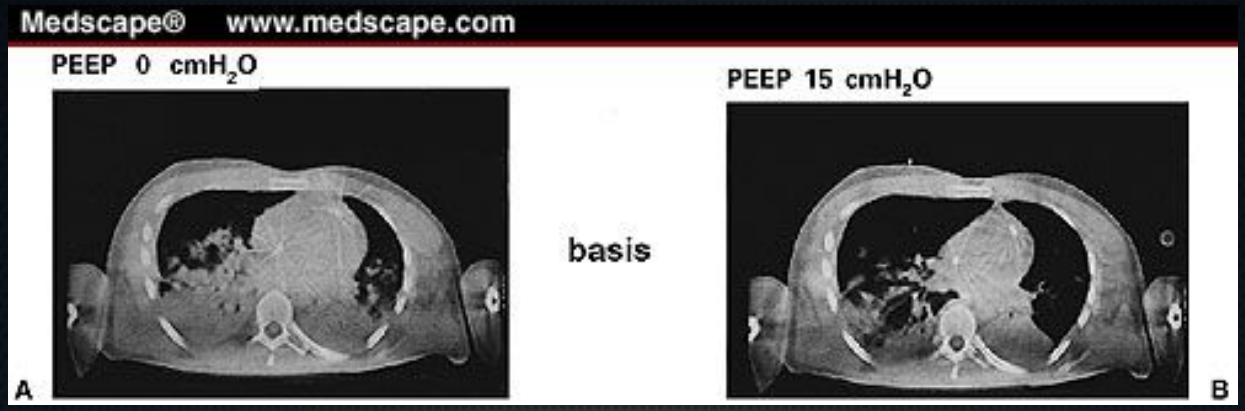


PEEP

- E’ la pressione che si trova nel circuito (e quindi nel paziente) al termine dell’espirio.
- La valvola di scarico si chiude quando raggiunge la pressione che noi impostiamo come PEEP
- In questo modo possiamo evitare che i polmoni si svuotino troppo, o per dirla in un altro modo, possiamo evitare di far collasare gli alveoli al termine dell’espirio.



PEEP

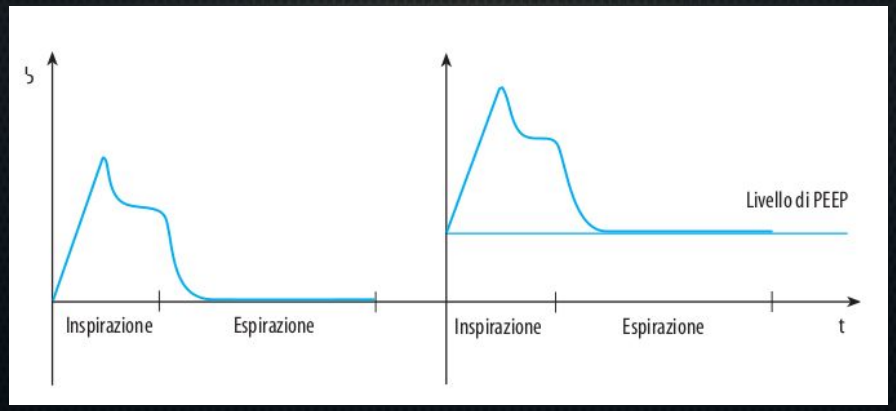


- L'aumento della PEEP aumenta la percentuale di aree polmonari ventilate

PEEP

Svantaggi della PEEP (fondamentalmente correlati all'aumento della pressione media applicata al sistema respiratorio):

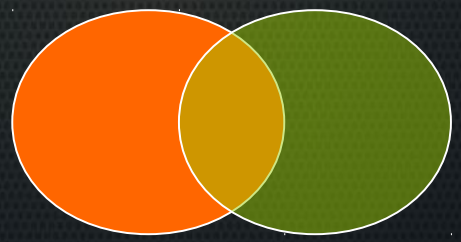
- - la sovradistensione delle zone polmonari ad alta compliance
- - l'aumento delle resistenze del circolo polmonare;
- - la riduzione del ritorno venoso e della gettata cardiaca (non sempre vero)



TIPO DI VENTILAZIONE

INVASIVA

NON INVASIVA



MODALITA' VENTILATORIE
(VC,PC,PSV,etc.)

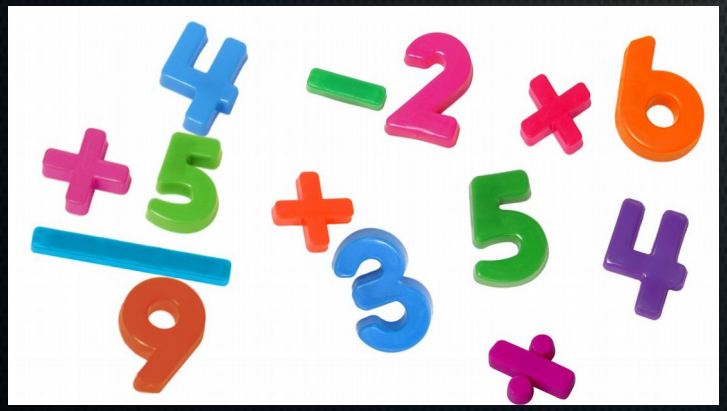
MODALITA' VENTILATORIE

MANDATORIE

- Numero di atti predefinito

NON MANDATORIE

- Numero di atti non predefinito

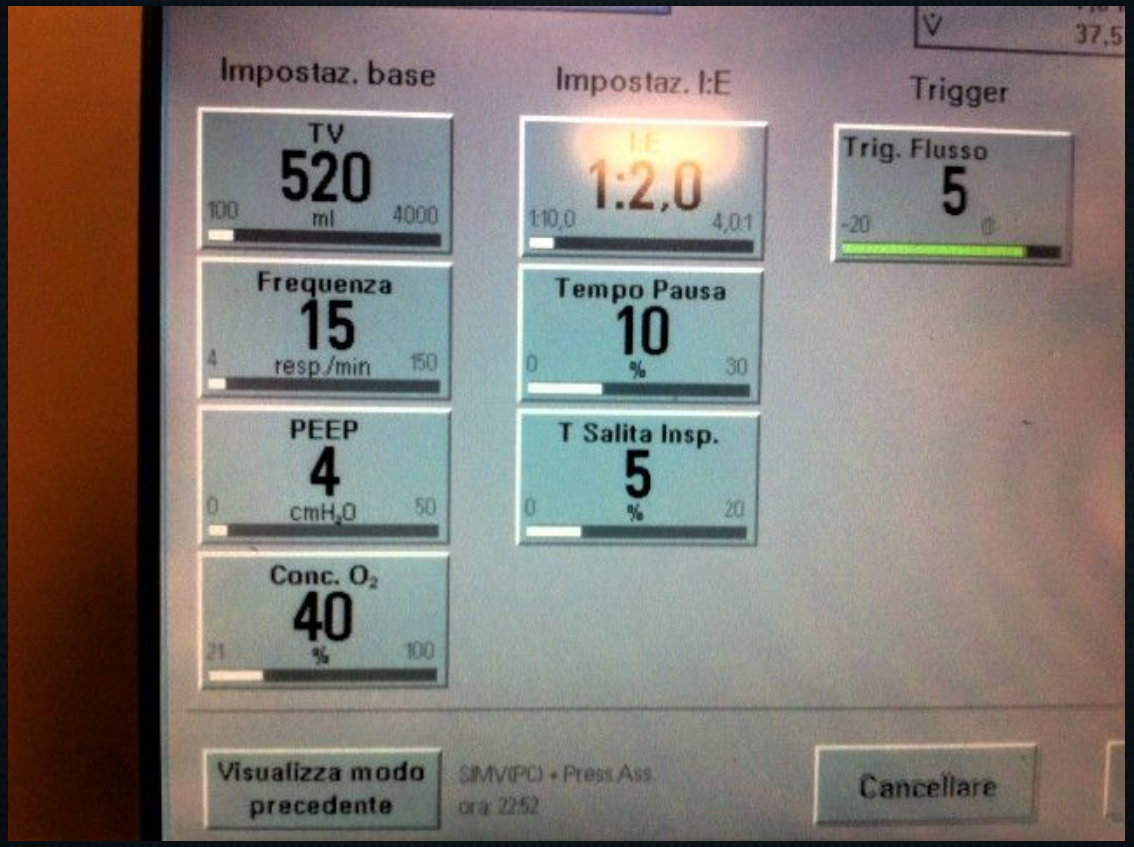


MANDATORIE

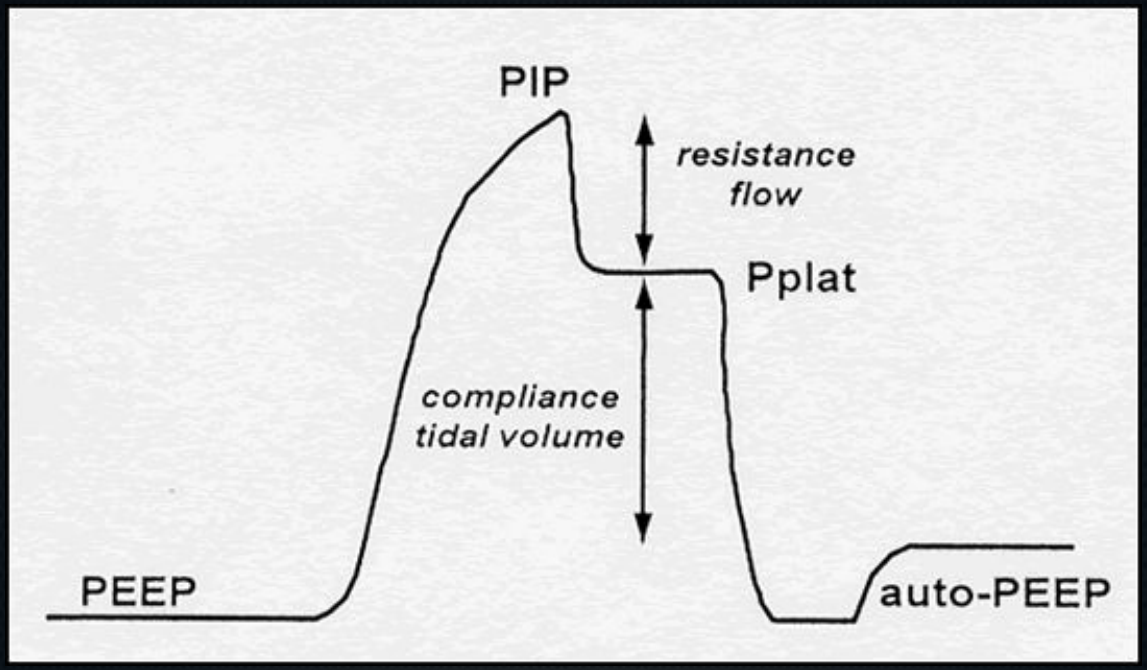
A volume controllato (VC)

- La più semplice in assoluto
- Per fare questa ventilazione il ventilatore chiede che siano impostati:
  - VOLUME TIDAL (volume da erogare ad ogni atto)
  - FREQUENZA RESPIRATORIA
  - PEEP
  - FIO2
  - (I:E)

VC


V̇
37,5
Impostaz. base
Impostaz. I:E
Trigger
TV
520
100
ml
4000
I:E
1:2,0
1:10,0
4,0:1
Trig. Flusso
5
-20
Frequenza
15
4
resp./min
150
Tempo Pausa
10
0
%
30
PEEP
4
0
cmH2O
50
T Salita Insp.
5
0
%
20
Conc. O2
40
21
%
100
Visualizza modo precedente
SIMV(PC) + Press Ass.
ora 22:52
Cancellare

CURVA DI PRESSIONE



La pip (peak inspiratory pressure) = Pplat + Pres

VC

- RIASSUMENDO I PARAMETRI
  - TIDAL VOLUME: volume da erogare ad ogni atto espresso in ml
  - FREQUENZA RESPIRATORIA: numero di atti al minuto
  - FiO2: percentuale di Ossigeno nella miscela di aria che viene erogata (i flussi che alimentano il respiratore sono separatamente aria ed ossigeno)
  - PEEP
  - I:E (rapporto in termini di tempo tra inspirio ed espirio)

VC

UTILIZZO DELLA VC:

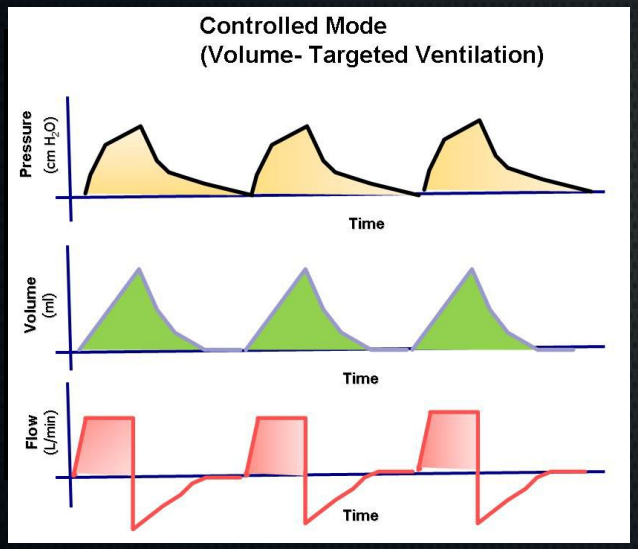
- Pazienti INTUBATI e SEDATI (modalità da SALA OPERATORIA)
- Permette di fare misurazioni accurate della meccanica ventilatoria
- Elimina lo sforzo respiratorio

MANDATORIE

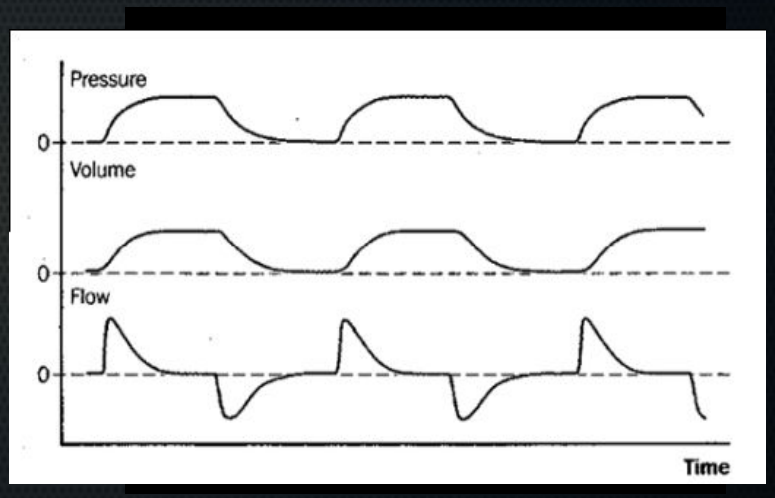
- ✓ VC
- ✓ PCV
  - ✓ Simile alla CMV ma in questo caso il volume erogato per ogni atto non è predeterminato, dipende dalla distensibilità (COMPLIANCE) del polmone
  - ✓ Per fare questa ventilazione il ventilatore chiede che siano impostati:
    - ✓ PRESSIONE DI LAVORO (pressione massima raggiungibile durante l'atto respiratorio, oltre alla PEEP)
    - ✓ FREQUENZA RESPIRATORIA
    - ✓ PEEP
    - ✓ FIO2
    - ✓ (I:E)

PCV (PRESSURE CONTROLLED VENTILATION)

VC



PCV



Si vede la differente erogazione del flusso.

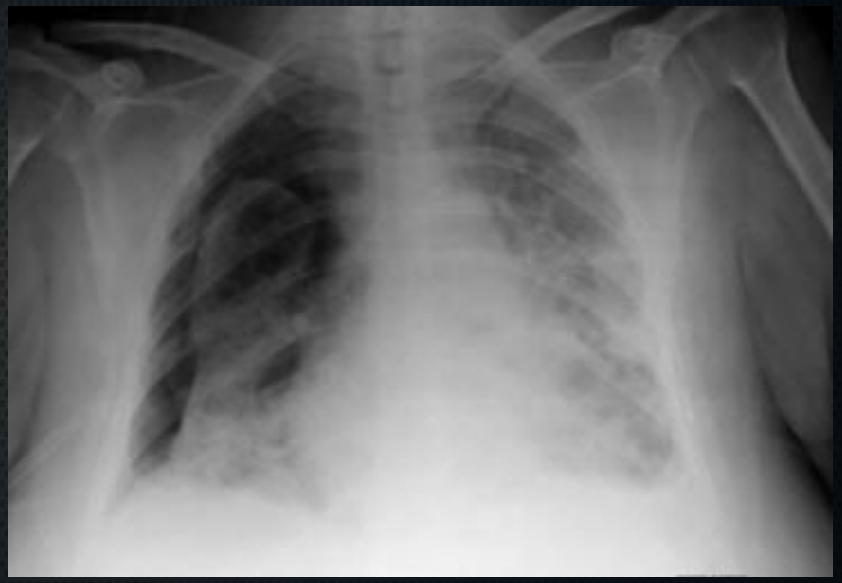
Se nella PCV volessimo aumentare il volume erogato lo possiamo fare aumentando la pressione di lavoro.

PCV (PRESSURE CONTROLLED VENTILATION)

- ✓ Modalità mandatoria (numero di atti predeterminato) a controllo di pressione invece che di volume
- ✓ Indicata nelle patologie dove il richio di barotrauma è elevato o la compliance è molto ridotta
- ✓ Necessita di sedazione per essere efficace
- ✓ Teoricamente si può usare con NIV

PCV (PRESSURE CONTROLLED VENTILATION)

- Una distinzione fondamentale tra CMV e PCV è il mancato controllo sul volume.
- Esempio : un paziente in CMV sviluppa un PNX o una ostruzione delle vie aeree la pressione aumenta e l'allarme suona perchè risulta piuù difficile somministrare il volume.
- Se il paziente è in PCV l'allarme non suona ma ne farà le spese il volume tidal che diminuirà sempre di più. Da qui un consiglio : settare sempre gli allarmi in una maniera intelligente e controllare spesso i parametri.



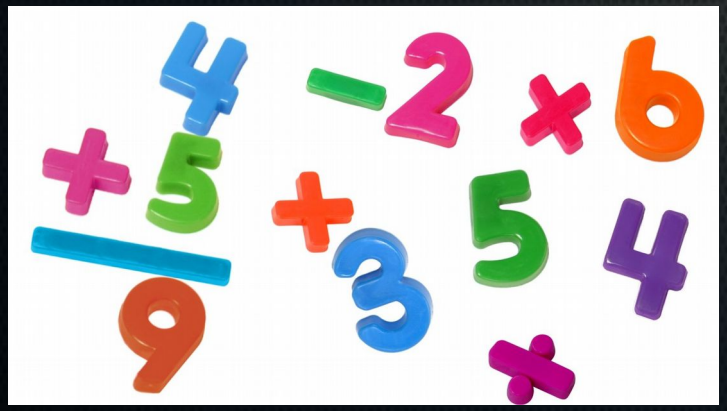
MODALITA' VENTILATORIE

MANDATORIE

- Numero di atti predefinito

NON MANDATORIE

- Numero di atti non predefinito



NON MANDATORIE

- CPAP
  - Si usa molto come modalità NIV, molto poco nella VAM
  - Non necessità di un ventilatore Polmonare
  - I parametri da selezionare sono
    - FiO2
    - PEEP

CPAP

- Un erogatore di gas (aria ed O2) immette una quantità elevata di miscela (ad una determinata FiO2) nel casco.
- La pressione che si trova nel casco è regolata aprendo o chiudendo la valvola di sfiato

CPAP

- ✓ In questo modo, con vie aeree pervie, i polmoni del paziente si trovano ad una pressione maggiore rispetto all'ambiente. (e rispetto agli altri compartimenti corporei)

CPAP

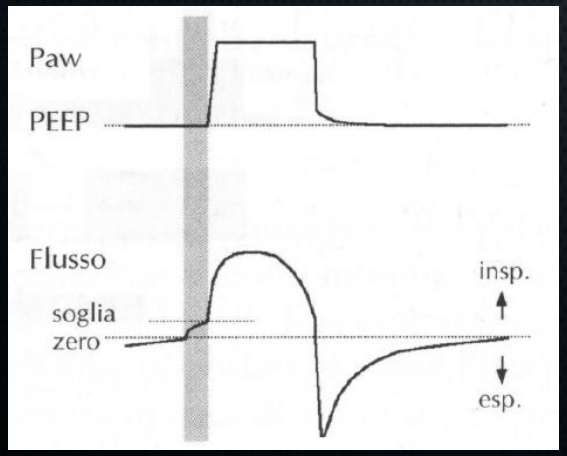
- Indicazioni alla CPAP:
  - Edema polmonare acuto
  - Atelettasie da compressione addominale
  - ARDS (?)
- Controindicazioni
  - Ipercapnia
  - Coma

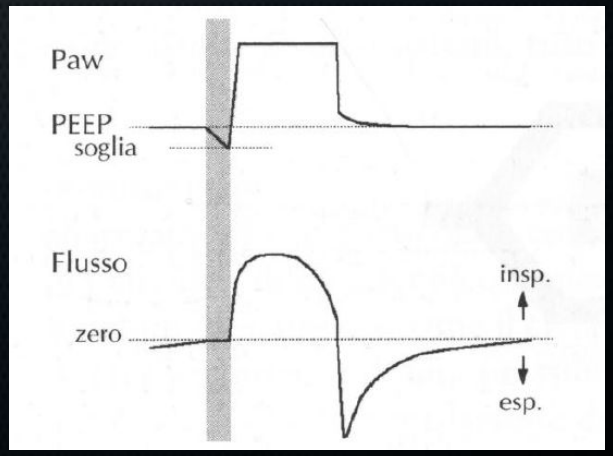
NON MANDATORIE

- CPAP
  - Si usa molto come modalità NIV, molto poco nella VAM
  - Non necessità di un ventilatore Polmonare
  - I parametri da selezionare sono
    - FiO2
    - PEEP
- PSV
  - La modalità più “fisiologica “
  - Fondamentale per lo svezzamento dal respiratore
  - I parametri selezionabili sono:
    - Pressione di supporto
    - FiO2
    - PEEP
    - Trigger
    - (ciclo OFF)

TRIGGER

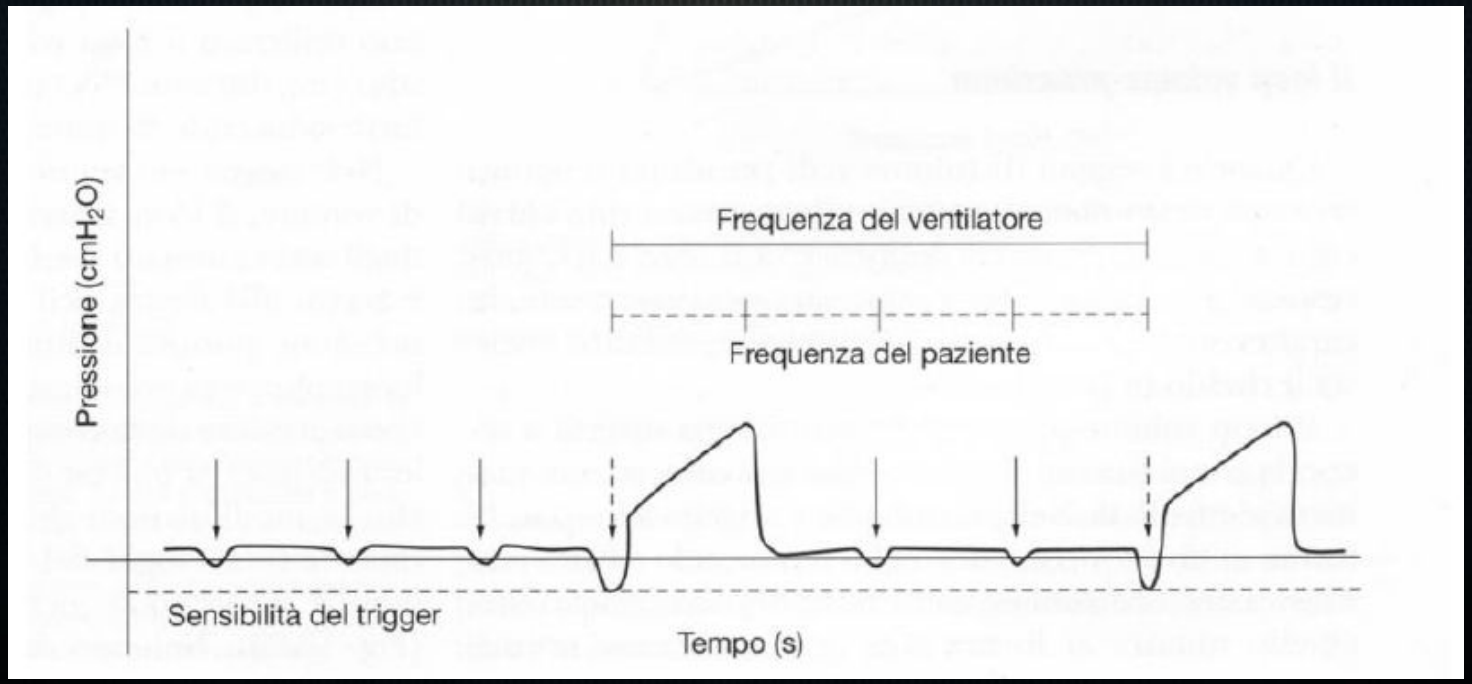
- E'il parametro che consente la SINCRONIZZAZIONE tra la macchina ed il paziente
- E' basato su un calo di pressione o su un flusso che il paziente genera nel circuito che lo connette alla macchina





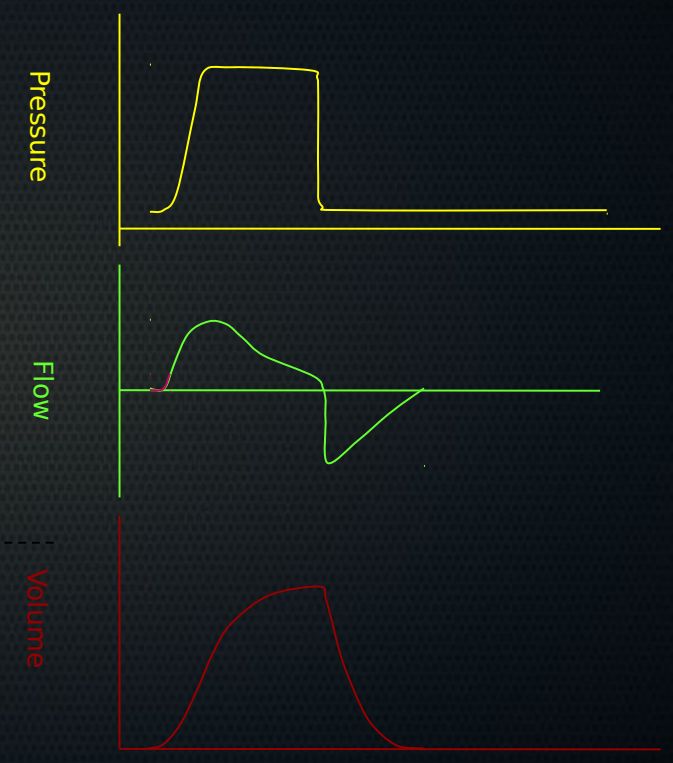
TRIGGER

- ✓ Quando il paziente respira il respiratore lo sa e somministra dell'aria, ma la sensibilità del trigger la decidiamo noi



PSV

- L’atto inizia con uno sforzo da parte del paziente che risucchia dell’aria
- Il respiratore inizia a fornire aria (F aumenta), di conseguenza anche P rapidamente aumenta fino a a raggiungere la Pressione di Supporto impostata da noi.
- L'erogazione continua fino al ciclo off.
- Poi espira



PSV

- PRO
  - Molto ben tollerata da quasi tutti i tipi di paziente (se ben settata)
  - La migliore da usare in NIV (sempre se ben settata)
- CONTRO
  - Necessita di un buono stato di coscienza o perlomeno di una attività di trigger centrale “normale”
  - Non garantisce un volume /minuto

Neurally Adjusted Ventilatory Assist (NAVA)

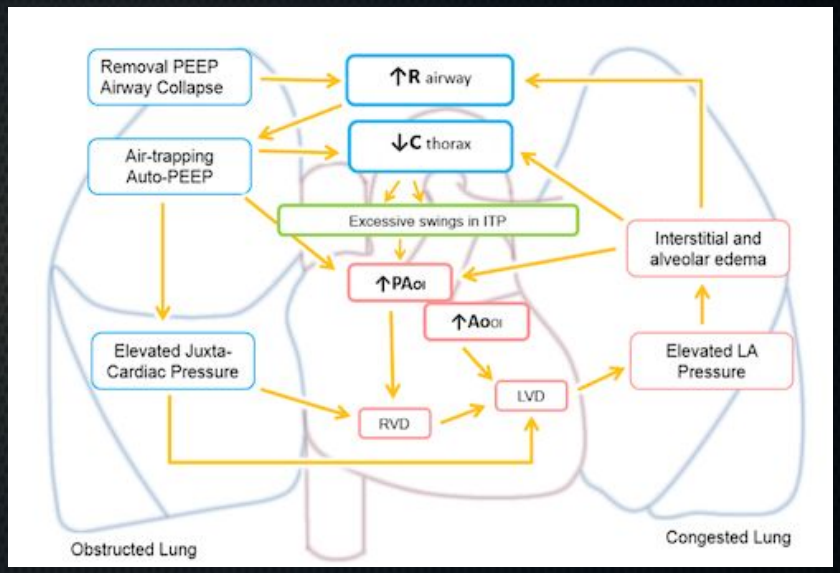
- Utilizzo di sng dedicato
- Posizionamento accurato degli elettrodi rilevatori

Schermate di controllo del poszionamento da controllare prima dell'inizio della ventilazione
Modulo di interfaccia del respiratore

Effetti della ventilazione meccanica sulla Gc (descrizione sommaria)

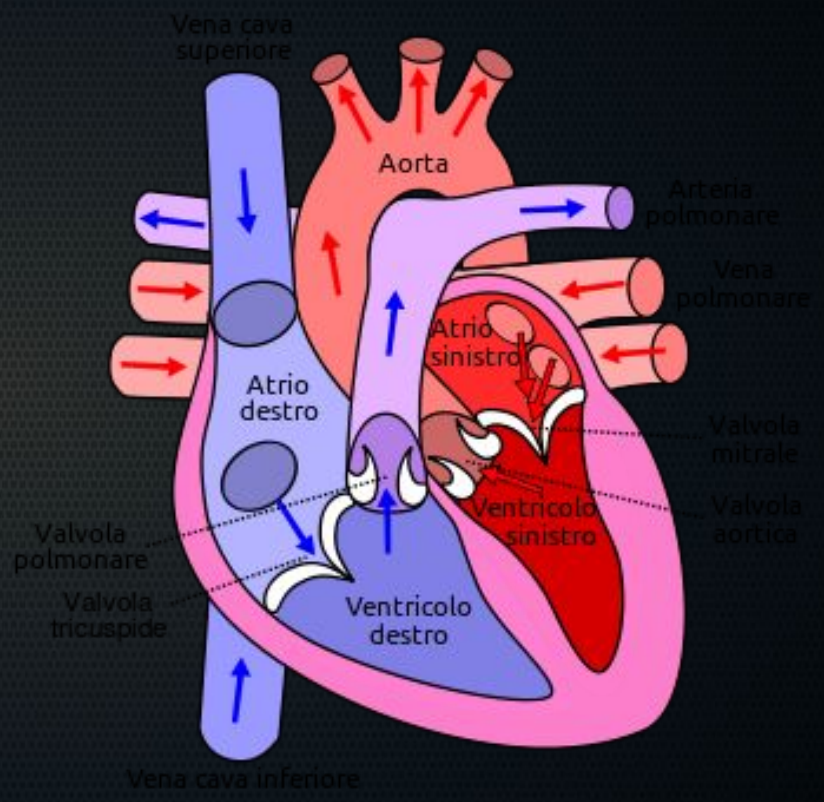
- La pressione positiva intratoracica che si determina durante VENTILAZIONE MECCANICA risulta un ostacolo al ritorno venoso e quindi PUO' ESSERE una causa di riduzione della gettata cardiaca.

- L'aumento della pressione intratoracica riduce il postcarico del Vsx



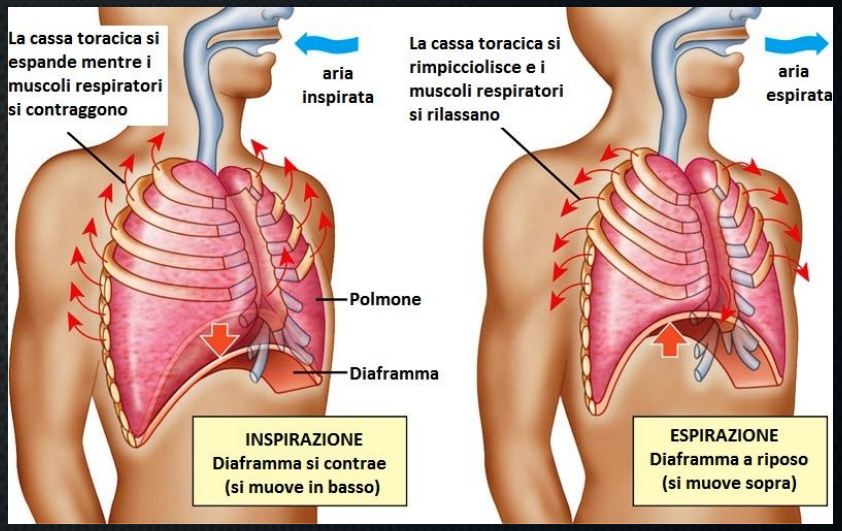
Effetti sulla Gc

- L'effetto netto totale dipende da svariati fattori dei quali il più importante è la volemia efficace del paziente
- Gli studi che analizzano i predittori di risposta al riempimento volemico si basano esattamente su questo: l'interazione cuore polmoni, le variazioni di gittata cardiaca indotte dalle variazioni di pressione toracica in ventilazione meccanica



INDICI DINAMICI
HEART LUNG INTERACTION

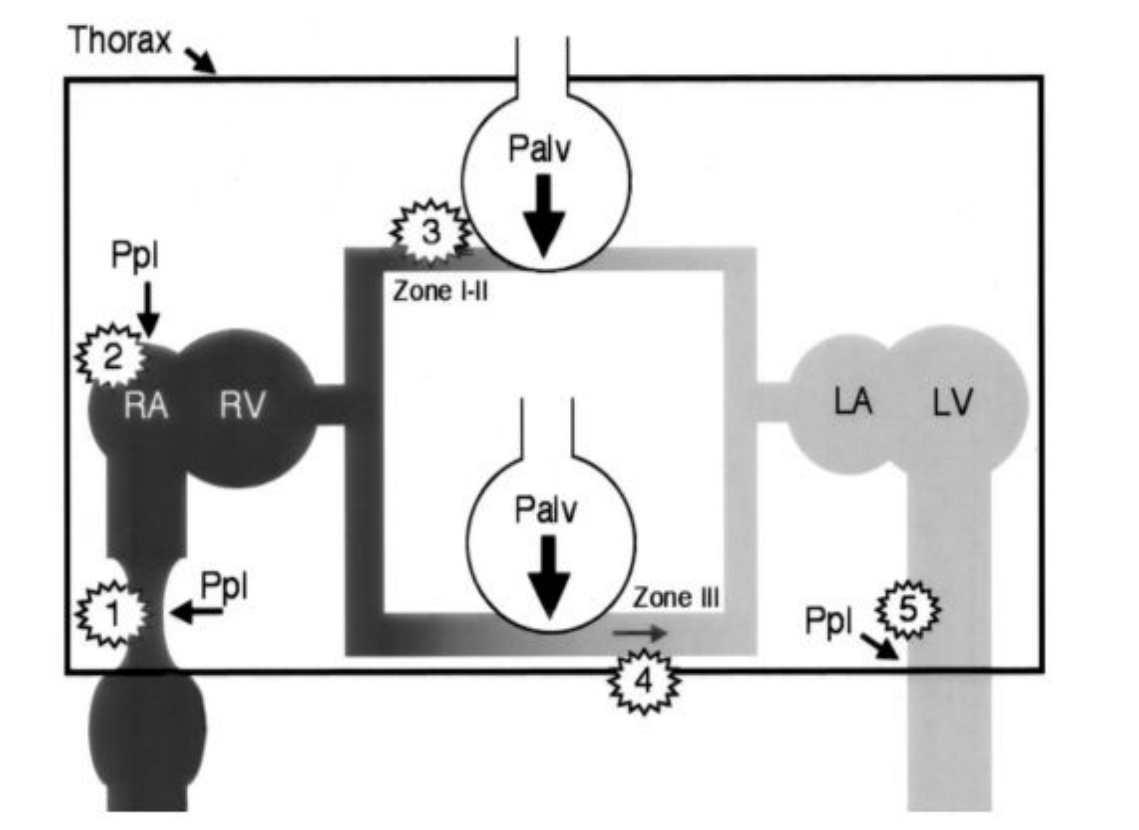
- L'INSIPRIO aumenta il volume polmonare
- L'INSPIRIO spontaneo riduce la pressione intratoracica
- L'INSPIRIO meccanico aumenta la pressione intratoracica



HEART LUNG INTERACTION mechanical ventilation

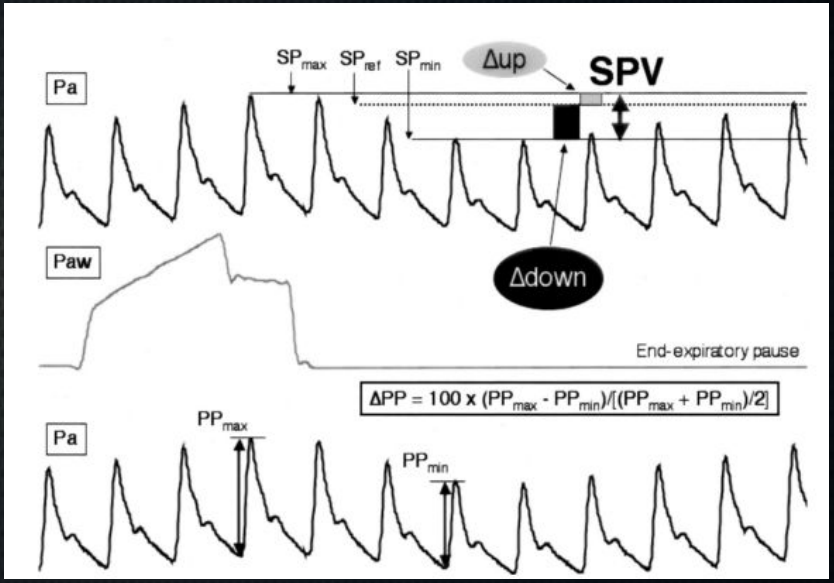
in IPOVOLEMIA (anche relativa):

- Il precarico del Vdx diminuisce per l'incremento della pressione pleurica perchè comprime la cava(1) e l'atrio (2).
- L'effetto sui vasi polmonari varia a seconda della suddivisione di West: nella zona I e II (press art polm<alveolare) , il postcarico del vDx aumenta per la compressione dei vasi. (3).
- Nella zona III di West (art >alveolare) l'aumento della p alveolare spreme il sangue verso l'atrio sn aumentando il precarico ventricolare.(4)
- L'aumento della p intratoracica riduce il postcarico sn.(5).



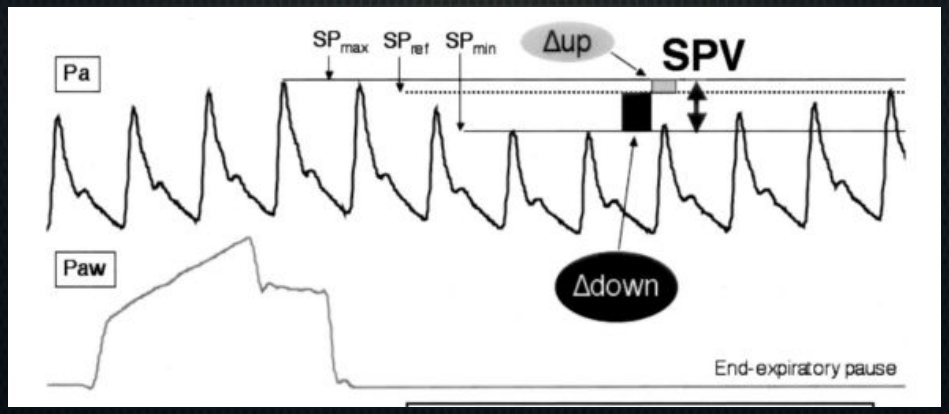
HEART LUNG INTERACTION mechanical ventilation

- Durante la fase di inspirio meccanico:
  - La sistolica aumenta
  - La distolica aumenta
  - La gittata aumenta



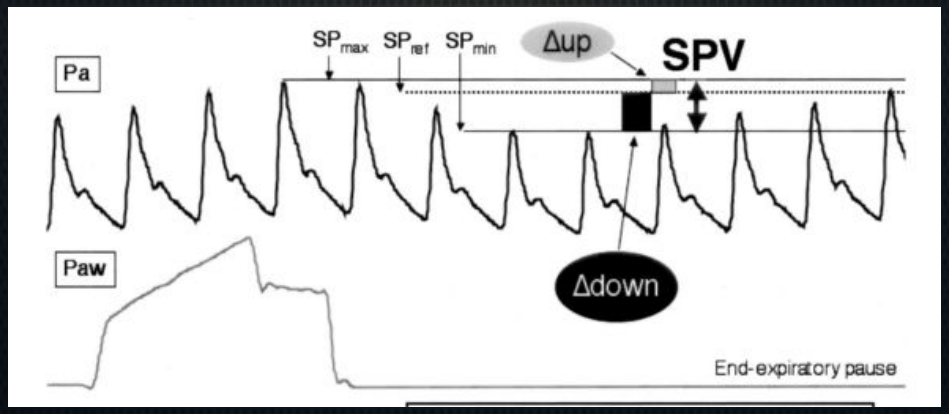
HEART LUNG INTERACTION
mechanical ventilation

- Il transito polmonare è di circa 2 sec. Percui l'effetto di riduzione che si ha a dx si manifesta a sn come riduzione della gittata solamente 2 sec dopo e cioè in fase espiratoria.



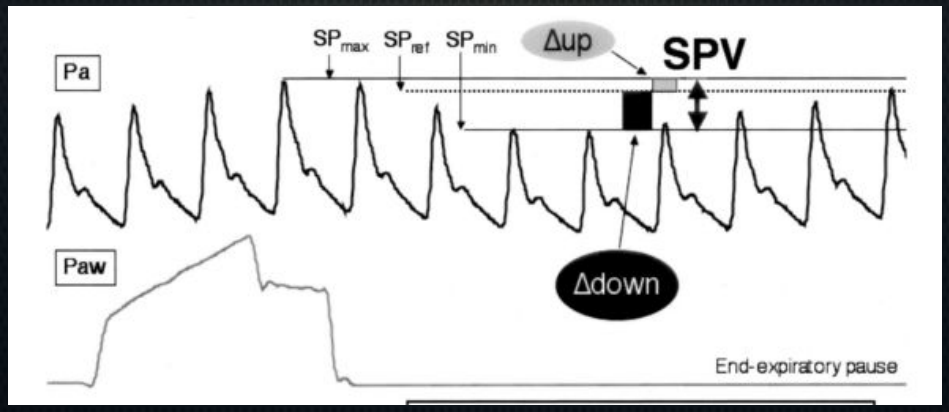
HEART LUNG INTERACTION mechanical ventilation

- Riassumendo: in inspirio meccanico aumentano sistolica e diastolica, dopo circa 2 sec si riducono perchè gli effetti che si producono nelle sezioni dx vengono “trasferiti” a sn e li vediamo sulla curva della pressione.



HEART LUNG INTERACTION
mechanical ventilation

- L'analisi di queste variazioni ha portato allo sviluppo di parametri che predicono la risposta al riempimento volemico



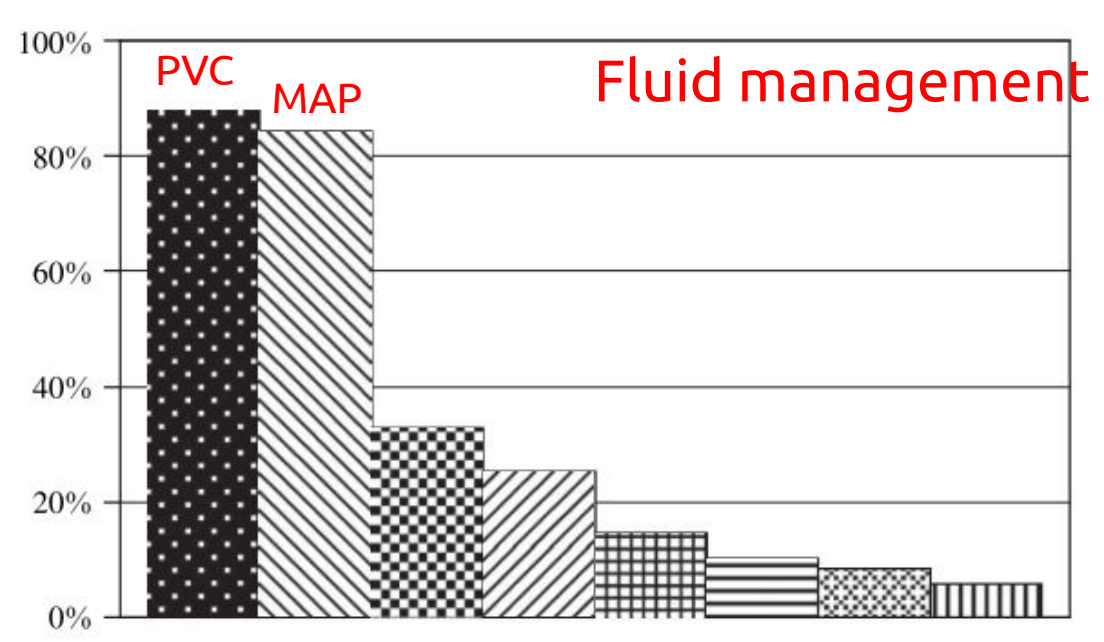
SISTEMI DI MONITORAGGIO

QUALI I MIGLIORI PARAMETRI DI RISPOSTA AL RIEMPIMENTO?

PVC

Current practice of hemodynamic monitoring and vasopressor and inotropic therapy in post-operative cardiac surgery patients in Germany: results from a postal survey

M. Kastrup[1], A. Markewitz[2], C. Spies[1], M. Carl[1], J. Erb[3], J. Große[1] and U. Schirmer[4]
[1]*Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin,* [2]*Abt. XVII – Herz-und Gefäßchirurgie, BwZK, Koblenz,* [3]*Deutsches Herzzentrum Berlin, Berlin and* [4]*Department of Cardiac Anesthesia, University Hospital Ulm, Ulm, Germany*



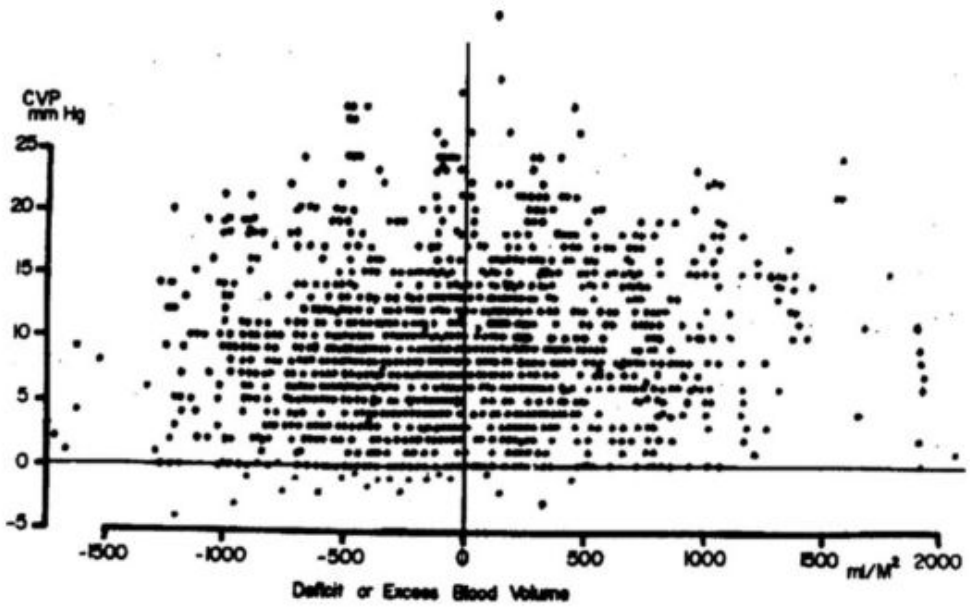
PVC

CHEST Special Feature

Does Central Venous Pressure Predict Fluid Responsiveness?*

A Systematic Review of the Literature and the Tale of Seven Mares

Paul E. Marik, MD, FCCP; Michael Baram, MD, FCCP; and Bobbak Vahid, MD



PVC

PVC ≈ RVEDP ≈ PAD ≈ PCWP ≈ LAP ≈ LVEDP ≈ LVEDV

Compliance RV

Resistenze polmonari

Press vie aeree

Mitrale

Compliance LV

Contrattilità LV

PVC

CHEST Special Feature

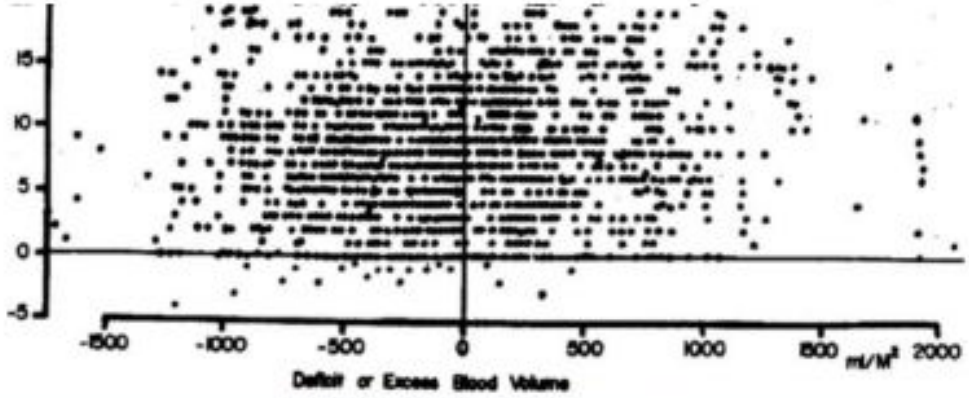
Does Central Venous Pressure Predict Fluid Responsiveness?*

A Systematic Review of the Literature and the Tale of Seven Mares

Paul E. Marik, MD, FCCP; Michael Baram, MD, FCCP; and Bohdan Vahid, MD

Conclusions: This systematic review demonstrated a very poor relationship between CVP and blood volume as well as the inability of CVP/ΔCVP to predict the hemodynamic response to a fluid challenge. **CVP should not be used to make clinical decisions regarding fluid management.**

(CHEST 2008; 134:172–178)



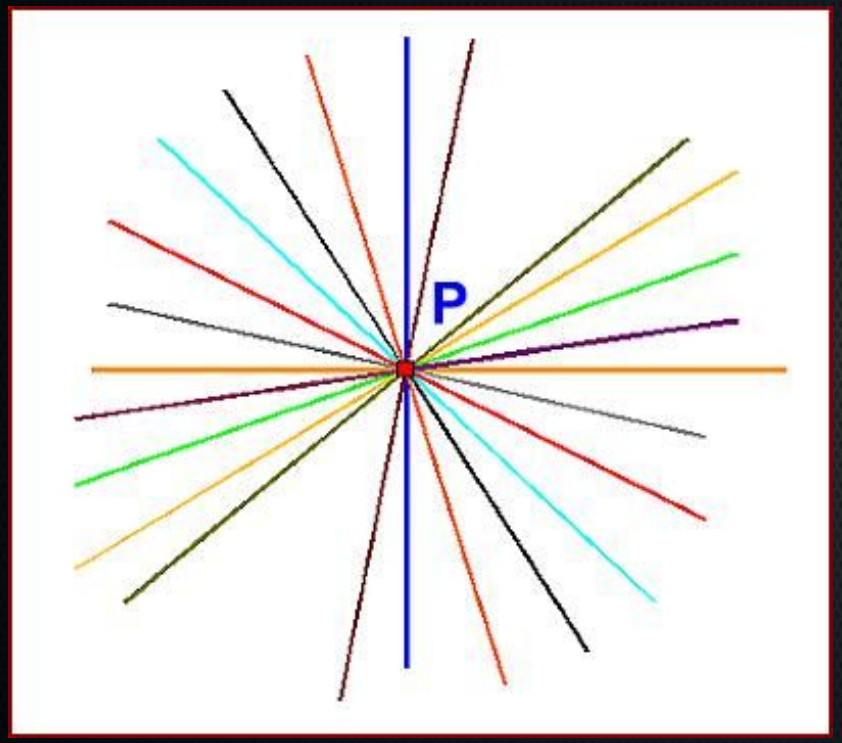
MONITORAGGI EMODINAMICI

- DINAMICI
  - NON CALIBRATI
    - PPV
    - SVV
  - CALIBRATI
    - PICCO
    - LIDCO
    - EV 1000
- STATICI
  - CATETERE ARTERIOSO POLMONARE
  - (CVC)
- SEMI-STATICI
  - ECOGRAFIA

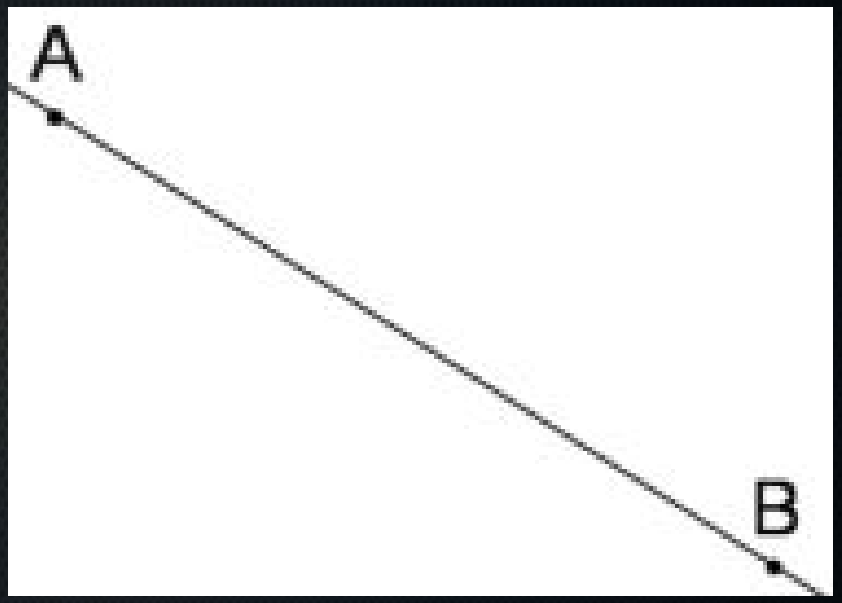
HEART LUNG INTERACTION mechanical ventilation and hypovolemia

- In condizioni di ipovolemia le variazioni indotte dalla ventilazione meccanica vengono amplificate per questi motivi:
  - La cava ha una pressione minore ed è più facilmente comprimibile
  - L'atrio ha una pressione minore ed è più facilmente comprimibile
  - Le zone I e II di West sono più rappresentate rispetto alla III

Quante rette passano per un punto?

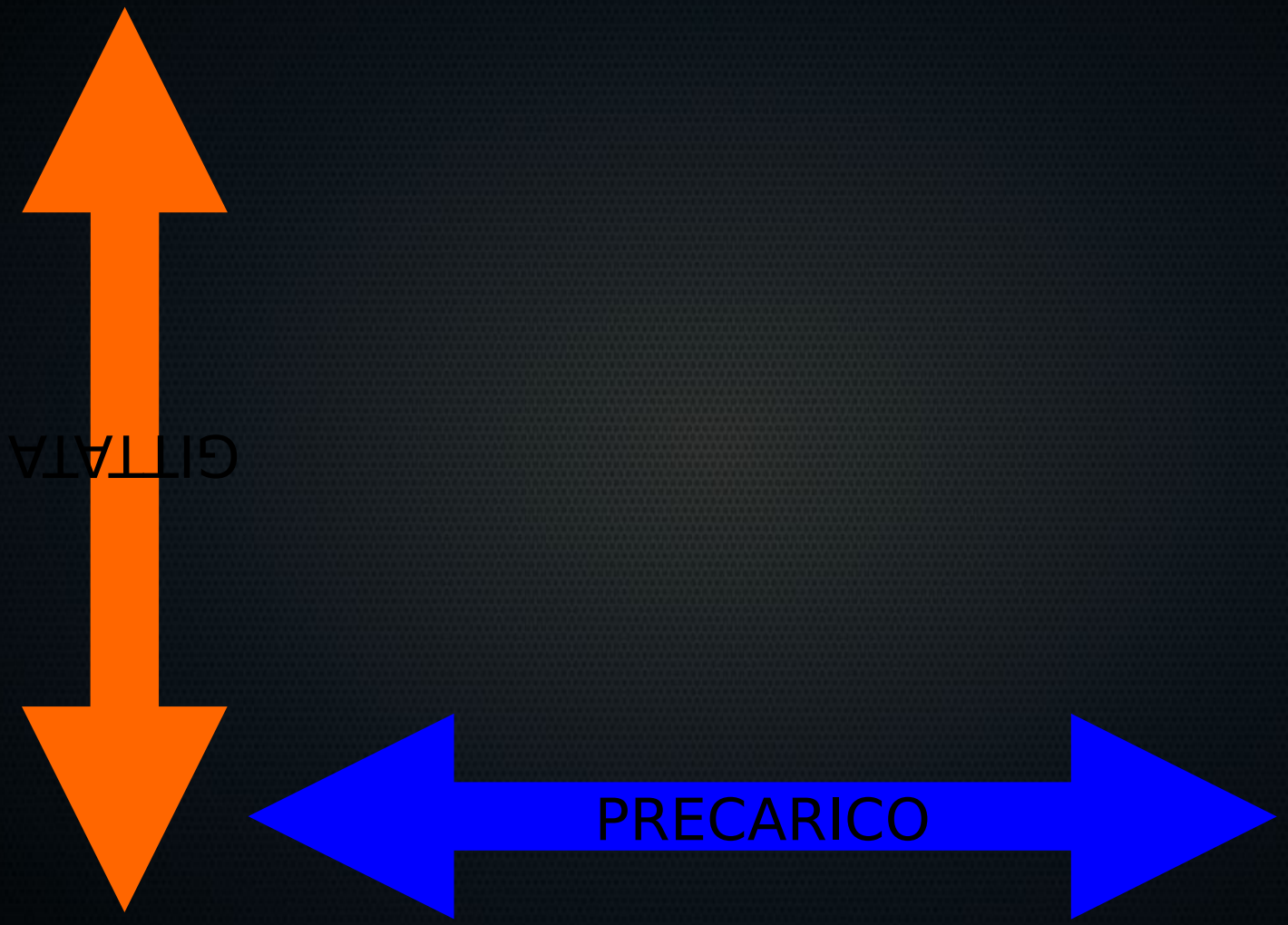


PVC

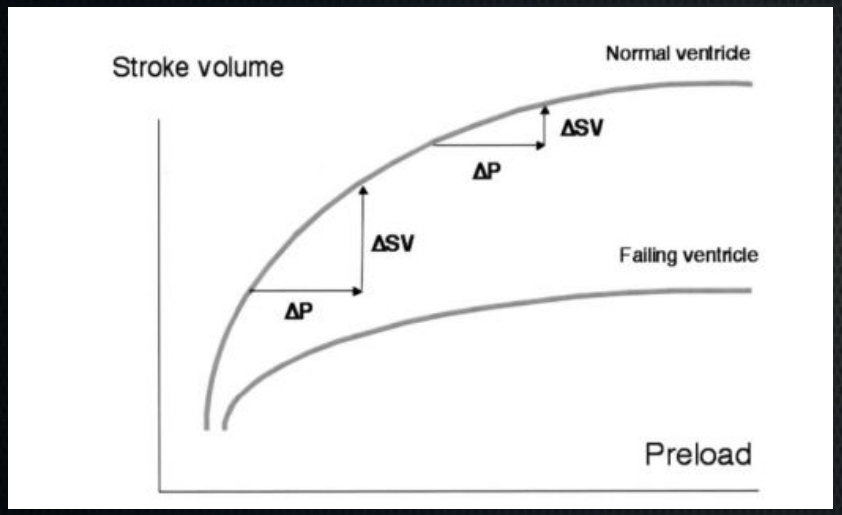


PPV

Modifichiamo precarico e misuriamo la gittata



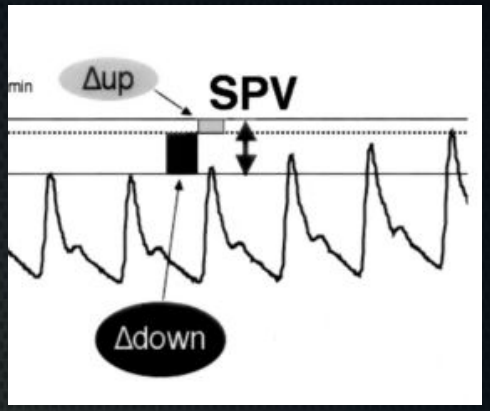
HEART LUNG INTERACTION mechanical ventilation and hypovolemia

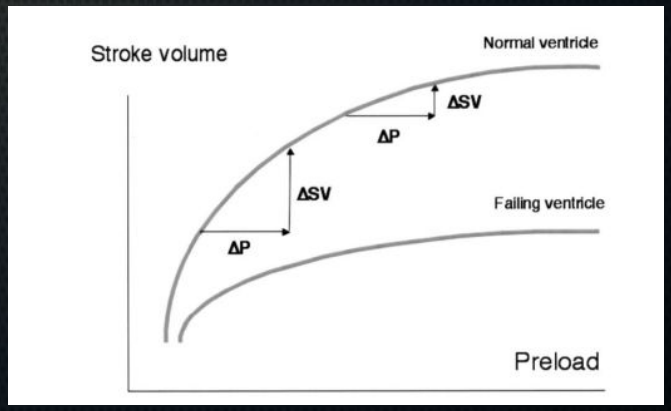


- In condizioni di ipovolemia, i ventricoli lavorano nella zona più precarico-dipendente e quindi le variazioni di gittata sono maggiori anche per piccole variazioni di precarico

HEART LUNG INTERACTION mechanical ventilation and hypovolemia

- L'analisi, automatizzata o manuale dell'ampiezza di questa variazione indotta dalla ventilazione correla strettamente con la probabilità che il paziente risponda al un carico volemico con un incremento significativo di gittata cardiaca.





ESEMPI DI GESTIONE

PZ 1

- ✓ Paziente di 50 aa, iperteso, fumatore, dislipidemico, con diagnosi di IMA.
- ✓ SpO2 95%, FR 13/min, non dispnoico, PCO2 34.
- ✓ Necessita di ventilazione ?

Pz 2

- Pz 50aa, iperteso da 30 aa, entra per dispnea, ECG negativo, PAO 200/100, FC 130, RX congestione ilare. Diagnosi supposta EPA. Paziente lucido, affaticato
- PH 7.30, PCO2 45, Po2 50, BE-6,SpO2 90%
- Ventilazione ?

Pz 2

- ✓ Pz lucido, ipossico, non ipercapnico, tentiamo ventilazione CPAP (+NTG, morfina,diuretico).
- ✓ Razionale : incrementare pressione alveolare, reclutare basi, diminuire postcarico

Pz 3

- Pz 80 aa, BPCO da fumo, soporoso, polmonite lobare
- PH 7.25, PCO2 90, PO2 56, BE 8, SpO2 90% con O2 10l/min
- dilemma?

Pz 3

- Tentiamo con NIV, sembra che possa mantenere la pervietà delle vie aeree
- NIV PSV PS16 PEEP 8 FiO2 40%
- Dopo 2 ore rivalutiamo con EGA
- (prec PH 7.25, PCO2 90, PO2 56, BE 8, SpO2 90%) PH 7.20, PCO2 100, PO2 90, SpO2 95%
- Che facciamo?

Pz 3

- ✓ A malincuore…IOT
- ✓ SIMV (PC) + PSV fino a miglioramento della PCO2
- ✓ Poi lento svezzamento con passaggio alla PSV e svezzamento

Pz 3

- Il pz viene svezzato ed estubato, messo in NIV e poi in RS
- Il paziente necessita di periodi di ventilazione con casco per mantenere discrete O2 e Pco2
- In tutto il ricovero è durato 40 gg, il paziente ha perso 15 kg
- Come facciamo?

Pz 3

- ✓ Ordiniamo respiratore domiciliare che possa fare ventilazione con maschera.
- ✓ Lo adattiamo e dopo 20 gg riusciamo a mandarlo in una struttura riabilitativa

Pz 4

- Pz noto, con SLA, ricoverato 1 anno fa per polmonite ab ingestis.
- Da poco dimesso a domicilio con respiratore e maschera facciale
- Si presenta in coma con PCO2 120, Po2 80, SpO2 97% con O2 10l/min
- Torace negativo, non febbre, i parenti descrivono un progressivo peggioramento

Pz 4

- ✓ Viene intubato immediatamente
- ✓ Si ventila in SIMV (VC) + PSV
- ✓ Dopo 2 gg i parametri sono discreti e il pz ha ripreso coscienza
- ✓ Si svezza e si estuba per due volte, prontamente re-intubato per ipercapnia
- ✓ Che fare?

Pz 4

- ✓ Viene confezionata tracheostomia
- ✓ Il paziente viene dotato di respiratore domiciliare che utilizza solo per la notte in modalità PSV con allarmi di backup per evitare ipoventilazione.

Pz 5

- Ragazza giovane, soccorsa dal 118 per grave crisi asmatica. Trovata cianotica, a terra, viene intubata.
- All’arrivo in UTI, SpO2 97% con FiO2 80%. Gravemente dispnoica anche se sedata con midazolam, 40 atti/min, giugulari turgide. PH7.3, PCO2 50, PO2 70, BE -7
- Collegata al respiratore in PSV stenta ad adattarsi, il respiratore allarma continuamente

Pz 5

- Viene parzialmente sedata e messa in CMV. La curva di pressione delle vie aeree mostra un espirio molto pronunciato, pressioni di picco di 50mmHg.
- Data l'impossibiltà di ventilare la paziente si curarizza previa sedazione e si pone in PCV con una PEEP elevata per il tempo necessario affinchè la terapia faccia effetto.

Pz 6

- In questi casi si tende ad essere tolleranti sui parametri emogasanalitici, conservando l'ossigenazione e permettendo una ventilazione discreta.
- Ricordate:
  - PCO2 = quanto ventila
  - PO2= quanto bene scambia

Pz 7

- Paziente ematologica, 40 aa (50kg), entra per ARDS.
- Intubata, sedata.
- Settaggio del ventilatore?

SIMV + PSV , peep 10, Fio2 50%

Pz 7

Dopo due giorni la paziente peggiora, nonostante la Fio2 al 100%.
Viene settata una PEEP di 20 cmH2O. Viene introdotta Noradrenalina e progressivamente aumentata fino a 0,2mcg/kg/min
Durante la giornata la paziente diventa progressivamente più ipotesa, anurica, lattacidemica, desaturante.
Il mdg procede a sostenuto riempimento volemico
Viene aumentata la infusione di Noradrenalina fino a 0,6mcg. I lattati salgono a 12mmol

Proposte? Esami strumentali?

Pz 7

Viene fatta EcocardioGrafia che dimostra:
Vsx di normali dimensioni e contrattilità, Vdx ipocinetico
Con dimensioni paragonabili a quelle del Vsn, insufficienza Tricuspidale media.

Proposte?

Pz 7

- La paziente è stata pronata con incremento della PaO2
- Successivamente è stata ridotta la PEEP a 10, senza peggioramento della PaO2
- Ridotta la NA
- Come conseguenza ridotti i lattati ed incrementata la PAO